

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

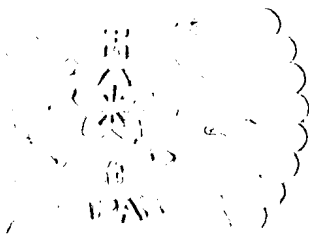
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年   3 月 2 6 日  
Date of Application:

出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 0 8 6 0 6 4  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 3 - 0 8 6 0 6 4 ]

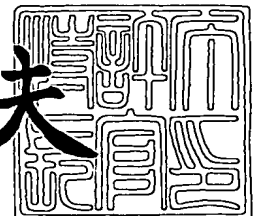
出      願      人            京セラ株式会社  
Applicant(s):



2 0 0 3 年 1 2 月 1 1 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 0000301541

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 31/04

【発明者】

【住所又は居所】 滋賀県八日市市蛇溝町長谷野 1 1 6 6 番地の 6 京セラ  
株式会社滋賀八日市工場内

【氏名】 菅原 信

【発明者】

【住所又は居所】 滋賀県八日市市蛇溝町長谷野 1 1 6 6 番地の 6 京セラ  
株式会社滋賀八日市工場内

【氏名】 旗手 淳雄

【発明者】

【住所又は居所】 滋賀県八日市市蛇溝町長谷野 1 1 6 6 番地の 6 京セラ  
株式会社滋賀八日市工場内

【氏名】 瀬戸口 晶子

【発明者】

【住所又は居所】 滋賀県八日市市蛇溝町長谷野 1 1 6 6 番地の 6 京セラ  
株式会社滋賀八日市工場内

【氏名】 有宗 久雄

【特許出願人】

【識別番号】 000006633

【住所又は居所】 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地

【氏名又は名称】 京セラ株式会社

【代表者】 西口 泰夫

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 005337

【納付金額】 21,000円

**【提出物件の目録】**

<b>【物件名】</b>	明細書	1
<b>【物件名】</b>	図面	1
<b>【物件名】</b>	要約書	1
<b>【プルーフの要否】</b>	要	

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光電変換装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 一方の電極となる基板上に、第 1 導電型の結晶質半導体粒子を多数配設し、この結晶質半導体粒子上に第 2 導電型の半導体層を形成し、この結晶質半導体粒子間に絶縁体を形成し、上部電極層を形成した光電変換装置において、この第 2 導電型の半導体層における前記結晶質半導体粒子の天頂部膜厚よりも下部膜厚が薄いことを特徴とする光電変換装置

【請求項 2】 この第 2 導電型の半導体層における前記半導体粒子の天頂部膜厚に対し下部膜厚が 4 0 % 以下であることを特徴とする請求項 1 記載の光電変換装置

【請求項 3】 前記半導体粒子の下部表面で粒内側への段差を設けたことを特徴とする請求項 1 記載の光電変換装置

【請求項 4】 前記半導体粒子表面が粗面であることを特徴とする請求項 1 記載の光電変換装置

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は太陽光発電に使用される光電変換装置に関し、特に結晶質半導体粒子を用いた光電変換装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

省シリコン原料の低コストな次世代太陽電池の出現が強く望まれている。省資源に有利な粒形もしくは球形のシリコン結晶粒子を用いる従来の光電変換装置を図 5 に示す（例えば特許文献 1 参照）。この光電変換装置は、基板 1 上に低融点金属層 8 を形成し、この低融点金属層 8 上に半導体粒子 3 を配設し、この半導体粒子 3 上に第 2 導電型の非晶質半導体層 4 と透明導電層 5 を上記低融点金属層 8 との間に絶縁層 2 を介して形成したものである。

【0 0 0 3】

また、図6に示すように、金属電極1上にアルミニウムペースト10を形成し、このアルミニウムペースト10上に半導体粒子3を配設し、この半導体粒子3上に第2導電型の微結晶半導体層9と透明電極層5を上記アルミニウムペースト10との間に絶縁層2を介して形成する光電変換装置が開示されている（例えば、特許文献2参照）。

#### 【0004】

##### 【特許文献1】

特許第2641800号公報

##### 【特許文献2】

特開平3-228379号公報

#### 【0005】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、図5に示す従来の光電変換装置では、半導体粒子3上の絶縁層2を研磨して半導体粒子3を露出させ、その露出させた表面に第2導電型の非晶質半導体層4を形成してPN接合を形成する。そのためにPN接合界面に研磨による物理的ダメージが残り、PN接合の品質が低下して変換効率が低下するとともに、このような研磨工程は生産性が悪いという問題点があった。

#### 【0006】

また、図6に示す従来の光電変換装置でも研磨により半導体粒子3を露出させた面にPN接合を形成するために、PN接合の品質が低下して変換効率が低下するとともに、このような研磨工程は生産性が悪いという問題点があった。

#### 【0007】

本発明は上記従来技術における問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は高い変換効率を有する光電変換装置を提供することにある。

#### 【0008】

##### 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明の請求項1に係る光電変換装置によれば、一方の電極となる基板上に、第1導電型の結晶質半導体粒子を多数配設し、この結晶質半導体粒子上に第2導電型の半導体層を形成し、この結晶質半導体粒子

間に絶縁体を形成し、上部電極層を形成した光電変換装置において、この第2導電型の半導体層における前記結晶質半導体粒子の天頂部膜厚よりも下部膜厚が薄いことを特徴とする。

【0009】

前記第2導電型の半導体層における前記半導体粒子の天頂部膜厚に対し下部膜厚が40%以下であることが望ましい。

【0010】

また、前記半導体粒子下部表面で粒内側への段差を設けることが望ましい。

【0011】

また、前記半導体粒子表面は粗面であることが望ましい。

【0012】

【発明の実施の形態】

以下、図面に基づいて本発明を詳細に説明する。

図1は本発明に係る光電変換装置の一実施形態を示す断面図であり、1は基板、2は絶縁体、3は第1導電型の結晶質半導体粒子、4は第2導電型の半導体層、5は上部電極膜である。

【0013】

基板1としては、金属、ガラス、セラミック、または樹脂等が用いられる。好ましくは、銀、アルミニウム、銅等の高反射金属である。基板1の反射率が高いことで、基板1で光を反射させて粒状結晶シリコン3へより多くの光を導くことができ、変換効率が向上するために好ましい。また、基板1として絶縁体を用いる場合には、基板1の表面に下部電極となる導電層を形成する必要がある。この導電層は、高反射材料であることが好ましい。

【0014】

絶縁体2は、正極と負極の分離を行うために結晶質半導体粒子3間に充填する。絶縁体2としては、ガラス材料、樹脂材料、無機有機複合材料等である。絶縁体2は第2導電型の半導体層4を形成した後に形成する。第2導電型の半導体層4は結晶質半導体粒子3上にそれぞれ独立して形成されるだけであり、後述する上部電極層5で相互に接続される。絶縁体2を形成する前にPN接合を形成する

ことにより、絶縁体 2 を除去する工程が不要となること、更に絶縁体 2 を除去することによる欠陥や絶縁体 2 による汚染が原因で P N 接合の品質を低下させることが無く、高い変換効率が実現できる。絶縁体 2 の波長 400 nm ~ 1200 nm の透過率は 70 % 以上であることが好ましい。透過率が 70 % 以下のとき、粒状結晶シリコンへ入射する光の量が減少して変換効率が低下するため好ましくない。

#### 【0015】

第 1 導電型の結晶質半導体粒子 3 は、シリコン、ゲルマニウム等からなるが、半導体 3 に添加して P 型又は n 型を呈する B、P、Al、As、Sb 等を含んでもよい。前記結晶質半導体粒子 3 は、気相成長法、アトマイズ法、直流プラズマ法等で形成可能であるが、非接触環境下に融液を落下させる融液落下法が好ましい。また、第 1 導電型の結晶質半導体粒子 3 は p 型であることが好ましい。例えば、半導体材料に添加して p 型を呈する B、Al を  $1 \times 10^{14} \sim 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$  程度添加したものである。

#### 【0016】

また、図 2、図 3 に示すように、結晶質半導体粒子 3 の下部表面で球内側へ段差を設けることが好ましい。結晶質半導体粒子 3 の下部表面で粒内側への段差を設けることにより、半導体層 4 の膜厚を所望の場所で薄く変化させることができる為、好ましい。結晶質半導体粒子 3 表面が下部で粒内側への段差を形成する方法として、レジストを用いた選択エッチングによる方法、基板 1 と半導体粒子 3 を溶着後に基板 1 を選択エッチングする方法等がある。

#### 【0017】

また、結晶質半導体粒子 3 表面は図 4 に示すように、粗面であることが好ましい。結晶質半導体粒子 3 表面を粗面化することにより、半導体層 4 の膜を半導体粒子 3 の下部で薄く形成する箇所を設けることができる為、好ましい。半導体粒子 3 表面を粗面化する方法として、RIE を用いたドライエッチング法、水酸化ナトリウム等を用いた選択ウェットエッチング法、サンドブラスト法等がある。

#### 【0018】

第 2 導電型の半導体層 4 は、プラズマ CVD 法、触媒 CVD 法、スパッタリン

グ法等で形成する。第2導電型の半導体層4は前記結晶質半導体粒子3の天頂部膜厚よりも下部膜厚が薄く形成する。発電に大きく寄与する半導体粒子3の天頂部には半導体層4を厚く形成し確実なpn接合を形成するとともに、半導体層4における半導体粒子3の下部の膜厚を薄くすることにより第2導電型の半導体層4を通して下部電極1に流れるリーク電流を小さくすることができ、高い変換効率を実現できる。ここで半導体粒子3の下部とは半導体粒子3で基板1に近い位置を示し、例えば赤道部と基板1の間である。また、半導体層4は半導体粒子3の天頂部と基板1上に形成されるが、天頂部と基板1とでは分離していることが好ましい。半導体層4が下部で分離することで更に第2導電型の半導体層4を通して下部電極にながれるリーク電流が小さくなる為、好ましい。

#### 【0019】

この結晶質半導体粒子3上のみに第2導電型の半導体層4を形成することが好ましい。結晶質半導体粒子3上のみではなく、絶縁層2上にも第2導電型の半導体層4を形成するとき光吸収ロスが大きくなり、結晶質半導体粒子3へ入射する光が減少するため好ましくない。また、第2導電型の半導体層4を絶縁層2を形成する前に形成することが好ましい。第2導電型の半導体層4を絶縁層2を形成した後に形成するとpn接合面積が絶縁層2の形状によって決定されるため好ましくない。第2導電型半導体層4を形成する際に絶縁層が工程上汚染原因となりpn接合品質が低下するため好ましくない。第2導電型の半導体層4で結晶質半導体粒子3表面を覆うことにより表面再結合を低減させ変換効率が向上するため好ましい。

#### 【0020】

第2導電型の半導体層4の膜厚は5nm以上100nm以下であることが好ましい。第2導電型の半導体層4の膜厚が5nm未満のとき、第2導電型の半導体層4の膜が島状に形成され、半導体層4の被覆不良箇所が発生するため好ましくない。第2導電型の半導体層4の膜厚が100nmを超えると、第2導電型の半導体層4を通して下部電極に流れるリーク電流が大きくなり且つ第2導電型の半導体層4の光吸収が大きくなり、変換効率が低下するため好ましくない。また、第2導電型の半導体層4は非晶質、微結晶質、ナノ結晶質いずれであってもよ



い。

#### 【0021】

また、本発明は単一接合型の光電変換装置に限ったものではなく、複数の接合を有する光電変換装置においても同様の効果を呈する。複数の接合を有する光電変換装置として、例えば、p型結晶半導体粒子上にn型微結晶質半導体層を形成し、その上に中間層を介してp型非晶質半導体層、I型非晶質半導体層、n型非晶質半導体層を順次形成したタンデム型光電変換装置等であってもよい。

#### 【0022】

上部電極膜5は、酸化錫、酸化インジウム等をスパッタリング法等で形成する。膜厚及び屈折率を調整することにより反射防止効果を持たせることも可能である。

#### 【0023】

更に、その上に銀又は銅ペーストを用いた適切なパターンで補助電極を形成してもよい。

#### 【0024】

##### 【実施例】

次に、本発明の光電変換装置の具体例を説明する。

まず、アルミニウム基板1上に平均粒径700 $\mu$ mの粒状結晶p型シリコン3を密に1層配設し、加熱して基板1と粒状結晶シリコン3を溶着させた。次に、n型微結晶質半導体層4をプラズマCVD法により基板温度250℃でシリコン粒子3天頂部で50nm成膜し、下部の膜厚を変化させ電気特性を評価した結果を表1にまとめる。次に、エポキシ樹脂を粒状結晶シリコン間に充填させ硬化して絶縁層2を形成した。その上にITOからなる上部電極膜5を100nm形成して評価した。また、同様の条件で結晶シリコン3表面を粗面もしくは球内側への段差部を形成した素子を試作評価した。

#### 【0025】

【表 1】

試料 No.	結晶シリコン粒子下部の 半導体層膜厚 (nm)	粒子表面形状	変換効率 (%)
1	40	段差なし	10.3
2	30	段差なし	10.5
3	20	段差なし	12.1
4	10	段差なし	12.2
5 ※	50	段差なし	5.7
6 ※	60	段差なし	3.4
7	2	段差あり	12.9
8	5	粗面	12.7

※の試料 No. のものは本発明の範囲外である。

## 【0026】

上記結果から分かるように、シリコン粒子下部の半導体層の膜厚を薄く形成することにより高い変換効率を実現できる。より好ましくは、天頂部の膜厚に対し下部の膜厚を40%以下とすることである。また、より好ましくは結晶シリコン表面が球内側へ段差部を有する構造とすることである。また、より好ましくは結晶シリコン表面を粗面とすることである。

## 【0027】

## 【発明の効果】

以上のように、本発明の光電変換装置によれば、一方の電極となる基板上に、第1導電型の結晶質半導体粒子を多数配設し、この結晶質半導体粒子上に第2導電型の半導体層を形成し、この結晶質半導体粒子間に絶縁体を形成し、上部電極層を形成した光電変換装置において、この第2導電型の半導体層が前記結晶質半導体粒子の天頂部膜厚よりも下部膜厚が薄く形成することにより、高い変換効率を実現できる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図 1】

本発明の光電変換装置を示す断面図である。

## 【図 2】

本発明の光電変換装置を示す断面図である。

**【図 3】**

本発明の光電変換装置を示す断面図である。

**【図 4】**

本発明の光電変換装置を示す断面図である。

**【図 5】**

従来の光電変換装置を示す断面図である。

**【図 6】**

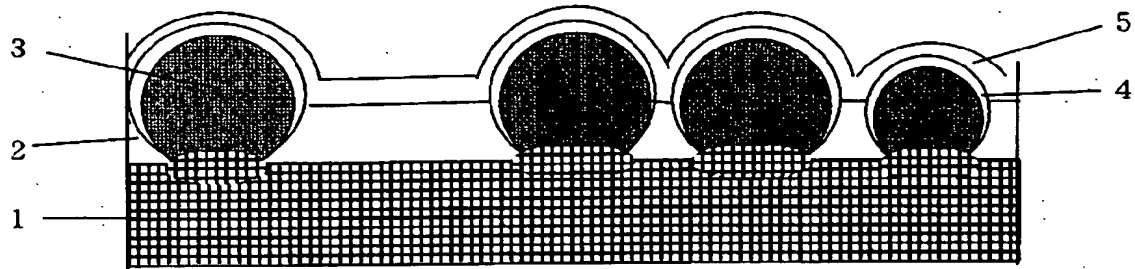
従来の他の光電変換装置を示す断面図である。

**【符号の説明】**

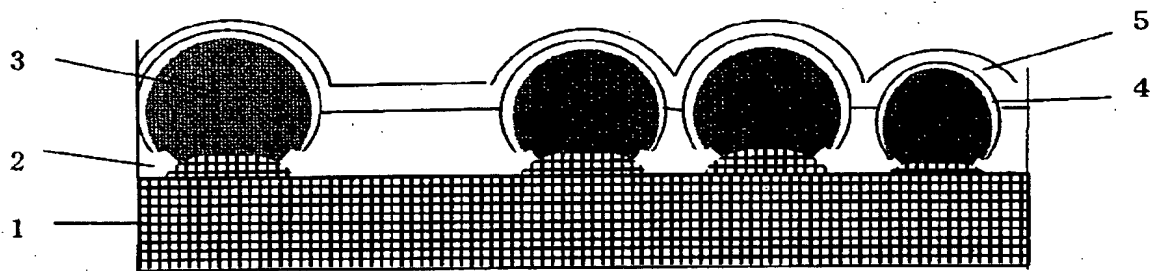
- 1 . . . . 基板
- 2 . . . . 絶縁層
- 3 . . . . 第 1 導電型の結晶質半導体粒子
- 4 . . . . 第 2 導電型の半導体層
- 5 . . . . 保護膜
- 6 . . . . 透明導電層
- 7 . . . . 第 2 導電型の非晶質半導体層
- 8 . . . . 低融点金属層
- 9 . . . . 第 2 導電型の微結晶半導体層
- 1 0 . . . . アルミニウムペースト

【書類名】 図面

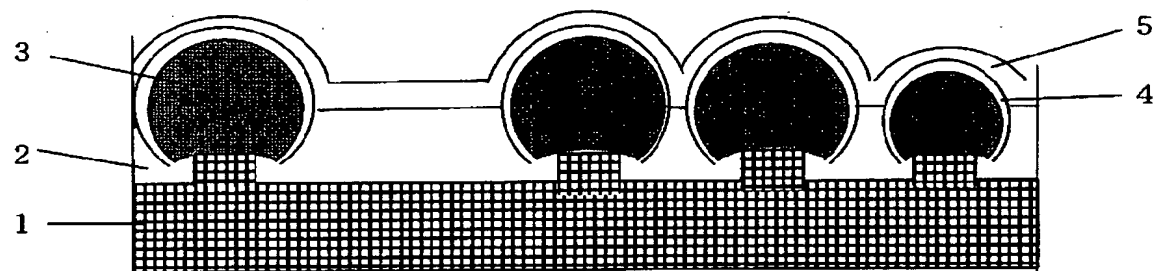
【図 1】



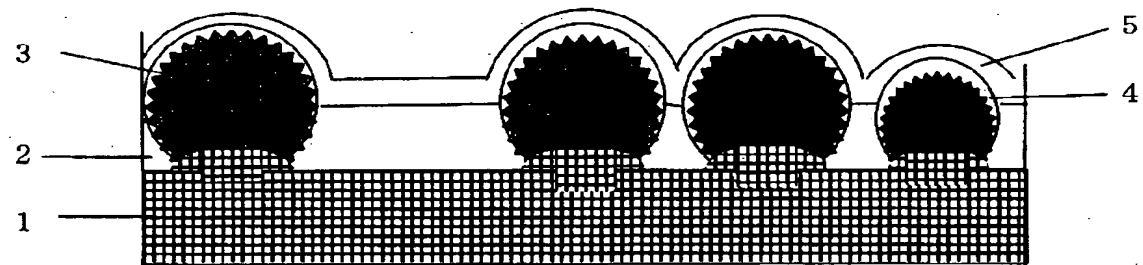
【図 2】



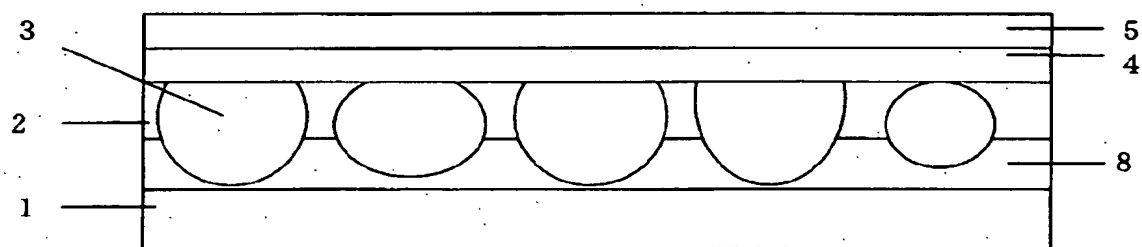
【図 3】



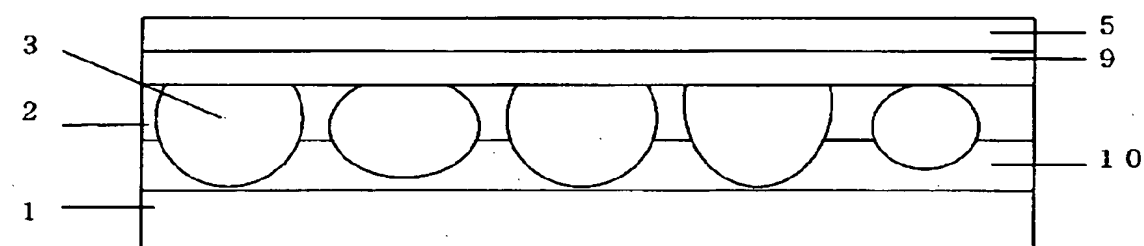
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 従来の結晶質半導体粒子を用いた光電変換装置では低変換効率であった。

【解決手段】 一方の電極となる基板 1 上に、第 1 導電型の結晶質半導体粒子 3 を多数配設し、この結晶質半導体粒子 3 上に第 2 導電型の半導体層 4 を形成し、この結晶質半導体粒子 3 間に絶縁体 2 を形成し、上部電極層 5 を形成した光電変換装置において、この第 2 導電型の半導体層 4 における前記結晶質半導体粒子 3 の天頂部膜厚よりも下部膜厚を薄く形成する。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 0 8 6 0 6 4
受付番号	5 0 3 0 0 4 9 5 1 0 9
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0 0 9 4
作成日	平成 1 5 年 3 月 2 7 日

＜認定情報・付加情報＞

【提出日】	平成15年 3月26日
-------	-------------

次頁無



特願 2 0 0 3 - 0 8 6 0 6 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 6 6 3 3 ]

1. 変更年月日            1 9 9 0 年    8 月 1 0 日  
    [変更理由]            新規登録  
          住 所            京都府京都市山科区東野北井ノ上町 5 番地の 2 2  
          氏 名            京セラ株式会社
  
2. 変更年月日            1 9 9 8 年    8 月 2 1 日  
    [変更理由]            住所変更  
          住 所            京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地  
          氏 名            京セラ株式会社